

УДК 004.925.8

В.О. ЗАЛОГА, д-р техн. наук,
О.О. ЗАЛОГА, Суми, Україна

ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СТОМАТОЛОГІЇ ТА ОРТОПЕДІЇ

В статті розглянуто питання використання сучасних інформаційних технологій в стоматології та ортопедії та підвищення ефективності процесу виконання етапів сканування, моделювання та остаточного виготовлення відповідних виробів на верстатах з ЧПК. Розглянуто можливість використання для цих задач програмних продуктів компанії Delcam.

В статье рассмотрен вопрос использования современных информационных технологий в стоматологии и ортопедии и повышения эффективности процесса выполнения этапов сканирования, моделирования и окончательного изготовления соответствующих изделий на станках с ЧПУ. Рассмотрена возможность использования для этих задач программных продуктов компании Delcam.

The article reviewed the use of modern information technologies in dentistry and orthopedics and improve the process of performing steps scanning, modeling and final manufacturing of the respective products on CNC machines. The possibility of using Delcam software for these tasks.

Питання здоров'я населення завжди були і залишаються важливими в усьому світі взагалі, і в Україні зокрема. Існують такі напрями медицини, де необхідною є тісна взаємодія лікарів та інженерів. В умовах, які склалися на даний час, коли постійно створюються нові матеріали, використовуються нові технології проектування та виробництва, нові інструменти, це питання встає дуже гостро. Основними напрямками для взаємодії лікарів та інженерів, наприклад, є проектування та виготовлення зубних протезів та імплантатів, протезів суглобів, кінцівок та інших частин тіла, а також ортопедичного взуття та устілок (в першу чергу індивідуальних). Всі ці вироби носять суголбо індивідуальний характер, а тому, як правило, не можуть виготовлятися масово, що з метою

підвищення якості цих виробів, а також, що є дуже суттєвим та злободенним, скорочення термінів їхнього виготовлення, потребує специфічних підходів як до процесів їх проектування, так і до технологій їх виготовлення. Одним з найперспективніших напрямків успішного вирішення вказаних задач є використання на всіх етапах створення кожного з виробів сучасних інформаційних технологій. Тому дана стаття, з метою визначення найкращих (раціональних, а бажано і оптимальних) умов створення відповідних продукту, присвячена аналізу новітніх технологій в кожному з напрямків, до яких належить той чи інший з вказаних виробів – ортопедична стоматологія, виготовлення протезів суглобів та кінцівок, виготовлення індивідуального ортопедичного взуття та устілок.

Щодо питання використання новітніх технологій в ортопедичній стоматології. На даний момент, основними задачами при виготовленні зубних протезів є не тільки відновлення цілісності зубів та зубних рядів, відновлення жувальної та мовної функцій, а ще й отримання високих естетичних показників готових реставрацій. Все це стає можливим завдяки появі нових матеріалів, які можуть поєднати в собі фізико-механічні властивості, що практично співпадають із характеристиками твердих тканин зубів та естетичні можливості й біологічні властивості кераміки [4,12,14].

При загальноприйнятій традиційній технології виготовлення таких зубних протезів без використання новітніх CAD/CAM систем на етапі проектування та виготовлення протезу велику роль відіграє людський фактор, що значно зменшує точність виготовлення протезу і потребує неоднократних примірювань і відповідних доробок після них. Технологічна схема виготовлення зубних протезів з використанням інноваційних інформаційних технологій (рис.1) представляє собою 7 етапів: виконання зліпку щелепи пацієнта, виготовлення гіпсової моделі по зліпку, сканування гіпсової моделі на тривимірному сканері, проектування протезу або імплантату в CAD системі, написання керуючої програми для верстату з ЧПК в CAM системі, обробка протезу на верстаті з ЧПК типу CNC не менш ніж 4-х координатного, остаточна термічна обробка протезу. Якщо детально розглянути представлений на рис. 1 технологічний процес

виготовлення зубних протезів та імплантатів, то можна побачити, що частину етапів (відбиток, гіпсова модель) повинен виконувати тільки стоматолог, але виконання «левої долі» етапів є цілком інженерною задачею, хоча і не без консультаційного супроводу зубного техника. Таким чином можна констатувати, що виготовленням відбитку займається стоматолог-ортопед, виготовлення гіпсової моделі – це задача зубного техника, а вже етапи сканування, моделювання та остаточного виготовлення – це інженерні задачі. Разом з тим, треба мати на увазі, що на етапі моделювання необхідна тісна взаємодія інженерів та зубних техніків.

Суттєво підвищити ефективність процесу виконання етапів сканування, моделювання та остаточного виготовлення на верстатах з ЧПК може бути забезпечено шляхом використання програмних продуктів фірми Delcam та сучасного оснащення – 3D - сканера та не менш ніж 4D верстата з ЧПК. Програмні продукти фірми Delcam дозволяють обробляти отримане за допомогою сканера зображення гіпсової моделі та проектувати необхідний протез (Система «DentCad» на базі «PowerShape») та розробляти керуючу програму для верстата з ЧПК (Система «DentMill» на базі «PowerMill») для його виготовлення із необхідного матеріалу. Крім того, програмні продукти фірми Delcam у своєму складі мають повний спектр програмного рішення для виготовлення зубних протезів та імплантатів (рис.2)



Рисунок 1 – Технологічна схема виготовлення зубних протезів з використанням сучасних CAD/CAM технологій

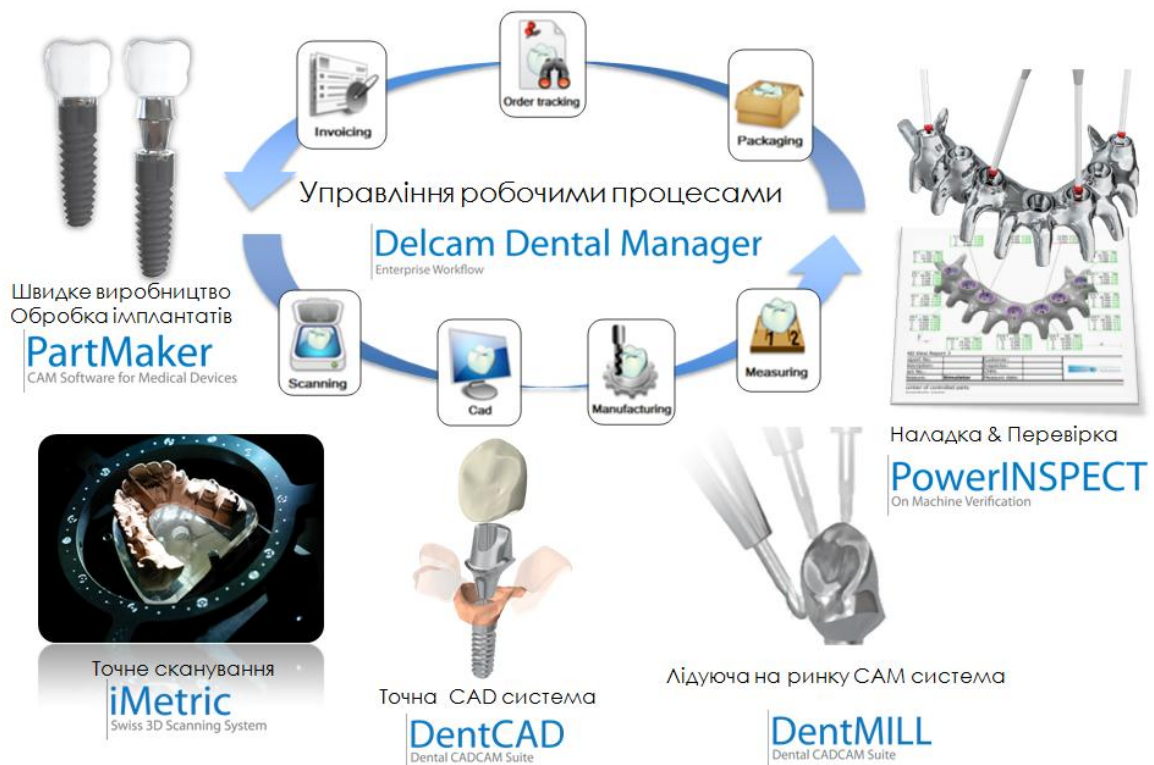


Рисунок 2 – Повний спектр програмного рішення для виготовлення зубних протезів та імплантів

Найгострішим сьогодні є питання **виготовлення протезів суглобів та кінцівок**. На даний момент в Україні щорічно потребують протезування біля 1000 хворих і травмованих на 1 млн. населення, тобто зараз це близько 40 тисяч хворих [1]. В сучасному світі дуже великій кількості людей для того, щоб вести комфортний спосіб життя необхідна заміна колінних та тазостегнових суглобів, заміна міжхребцевих дисків штучними.

Всі суглоби повинні відповідати жорстким вимогам: повинні відновлювати кінематику, максимально наближену до кінематики здорового суглобу; мати велику зносостійкість; мати необхідні трибологічні властивості (табл.1) [2]; мати велику точність оброблених поверхонь (шорсткість, розміри, форму) та їх взаємного розташування. Протези суглобів можуть бути як універсальними, так і можуть бути виготовлені індивідуально для кожного пацієнта.

Таблиця 1 – Трибологічні характеристика матеріалів, що використовуються в шарнірних сполученнях[2]

Показник	Значення для різних пар матеріалів		
	метал/метал	метал/поліетилен	кераміка/кераміка
Коефіцієнт тертя	0,1-0,3	0,06-0,1	0,02-0,07
Швидкість об'ємного зношування, мм ³ /рік	0,1-1	30-100	0,5-1x10 ⁻³
Розмір часток зношування, мм	30	300	10
Біологічна активність	зниження життєстійкості клітин	17,5	1

Майже всі сучасні суглоби проектуються та виготовляються з використанням новітніх CAD/CAM технологій та 5-ти координатних обробляючих центрів. Для досягнення високої якості виготовлених протезів необхідно вірно виконати розрахунок і проектування суглобу, правильно скласти технологію виготовлення, грамотно написати керуючу програму для верстату з ЧПК та виконати вірний підбір інструменту, що дозволить не тільки виготовити високоякісний протез, а ще й забезпечити його довговічність. Ефективне виконання всіх названих етапів також може бути забезпечено (по аналогії з вирішенням вказаних задач у стоматології) використанням програмних продуктів фірми Delcam [5,6,8,11].

Однією з важливих задач при конструюванні суглобу є моделювання його напружено-деформованого стану для того, щоб ще на цьому етапі можна було б прогнозувати стійкість і працездатність створюваної конструкції [3,7-10,13]. На рис. 3 наведена розрахункова схема ендопротеза тазостегнового суглоба[2].

Ця схема дозволяє з використанням методу скінчених елементів (МСЕ) визначати величини й розподіл контактних нормальних і дотичних напружень у вкладиші ендопротезу, виконаного у вигляді пари рухливого з'єднання «сферична головка з кераміки – вертлюжна западина із сапфіру», а також в оцінці напружено-деформованого стану (НДС) у ньому

й у визначенні конструктивних характеристик вкладиша вертлюжної западини рухливого з'єднання ендопротезу.

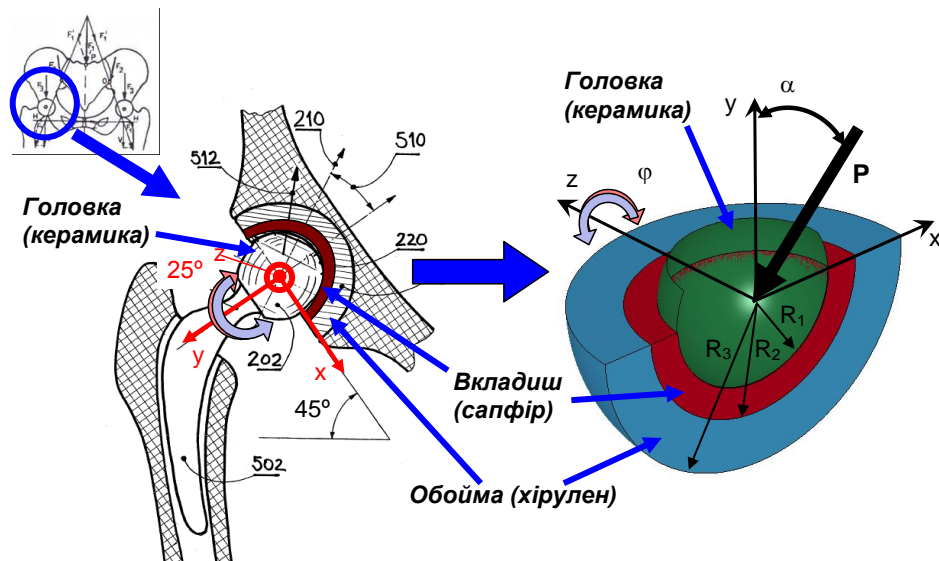


Рисунок 3 – Розрахункова схема ендопротеза тазостегнового суглоба [2]

На даний момент є багато інженерних рішень для моделювання тих чи інших конструкцій методом скінчених елементів [2,3], але, нажаль, ще не існує модулів для прогнозування стійкості саме штучних суглобів для різних умов їхнього використання (стрибок, удар тощо). Таким чином, ця задача є дуже важливою, ще й тому, що при проектуванні суглобів необхідно враховувати також і те, в яких умовах він буде експлуатуватись. Заміну суглобів потребують як люди літнього віку, так і спортсмени, молоді люди, військові та ін. З огляду на вік, рід занять, спосіб життя необхідно розраховувати відповідну стійкість суглобів. Наприклад, якщо суглоб проектується для людини похилого віку, котрій необхідно вільно та спокійно пересуватись вдома або містом, ходити по сходах, то може недоцільним буде розроблення кошовного протезу протезу, якщо суглоб буде замінюватись у спортсмена, наприклад, парашутиста, легкоатлета та т.п. або військового, то він повинен бути більш витривалим, мати більші дозвалені навантаження та більш високу зносостійкість.

Щодо питання **виготовлення індивідуального ортопедичного взуття та устілок**. В теперішній час дуже великій кількості населення в Україні необхідне ортопедичне взуття, а особливо дітям. Те взуття, що

виготовляється масово є відносно не поганим, але, так як воно має, як правило, типовий характер для різних видів проблем, то лікарі можуть лише приблизно підібрати необхідну модель. Це тягне за собою цілий ряд специфічних проблем, наприклад: дуже повільне, а деколи майже і неможливе, відновлення нормальної ходьби або вірного функціонування всього опорно-рухового апарату; незручність для пацієнта; обмежений і відносно невеликий вибір дизайну взуття та інше. Крім того, якість виготовлення ортопедичного взуття та устілок традиційними методами (рис. 4) також в значній мірі визначається людським (суб'єктивним) фактором.



Рисунок 4 - Традиційні процеси виготовлення ортопедичного взуття та устілок

При впровадженні нових CAD/CAM технологій [15-17] та тісної взаємодії лікарів-ортопедів та інженерів можна швидко виготовляти індивідуальне взуття, що відповідає всім вимогам пацієнта та лікаря, буде комфортним і мати красивий дизайн. Якщо розглянути технологічну схему виготовлення ортопедичного взуття та устілок, можна зробити висновок, що на етапах сканування стопи (ноги) пацієнта та проектування взуття

необхідна тісна взаємодія інженерів та лікарів-ортопедів, причому усі ж інші етапи виготовлення – це цілком інженерна задача, яку можна також успішно вирішувати за допомогою спеціальних модулів програмних продуктів фірми Delcam (рис. 5 та 6). Використання інформаційних інноваційних технологій в стоматології та ортопедії дозволяє не тільки забезпечувати тісну взаємодію інженерів та лікарів – стоматологів й ортопедів, а й вести більш ефективну підготовку як практичних працівників у медичній сфері, так і висококваліфікованих інженерних кадрів, наприклад, шляхом організації у вищих навчальних закладах медико-інженерних центрів. Такий центр організовано у Сумському державному університеті на базі кафедри «Технологія машинобудування, верстати та інструменти» (факультет технічних систем та енергоефективних технологій) за участю стоматологічного факультету медичного інституту. З метою забезпечення високої якості навчального процесу вже розроблено та виготовлено цілий ряд методичних вказівок до практичних робіт, наприклад, [18-21].



Рисунок 5 - Процес виготовлення ортопедичного взуття та устілок з використанням програмних продуктів фірми Delcam



Рисунок 6 – Керування робочим процесом виготовлення ортопедичних устілок від компанії DELCAM

Висновки.

1. Використання сучасних інформаційних технологій в стоматології та ортопедії дозволяє суттєво підвищити якість виробів (протезів зубів, імплантатів, протезів суглобів та інших частин тіла, а також ортопедичного взуття й устілок) за рахунок суттєвого усунення людського (суб'єктивного) фактору та скоротити терміни їх виготовлення.
2. Суттєво підвищити ефективність процесу виконання етапів сканування, моделювання та остаточного виготовлення відповідних виробів на верстатах з ЧПК може бути забезпечено шляхом використання програмних продуктів фірми Delcam та сучасного оснащення.
3. Програмні продукти фірми Delcam у своєму складі мають повний спектр програмного рішення для виготовлення як зубних протезів та імплантатів, так і елементів суглобів, а також ортопедичного взуття, що дозволяє проводити весь цикл виготовлення, наприклад, зубних протезів від сканування зубів пацієнта за допомогою інтраорального тривимірного сканера, навіть без виконання зліпків та гіпсових моделей, до слідкування за доставкою вже готового імплантату чи протезу.

4. Для ефективного використання інформаційних інноваційних технологій в стоматології та ортопедії необхідна тісна взаємодія інженерів та лікарів – стоматологів й ортопедів.

Список використаних джерел: 1. Лазарев І.А., Костогриз О.А., Скибан М.В. Математичне моделювання з визначенням напружено-деформованого стану в тібіофemorальній зоні в умовах дефекту суглобового хряща – Київ, журнал «Травма». – 2013 (4). 2. Розенберг О. А., Залога В. А. и др. О выборе параметров сборных компонентов подвижного соединения эндопротеза тазобедренного сустава. Часть 1. Методика исследований – Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2009. – №4. – С. 156-169. 3. Розенберг О. А., Залога В. А. и др. О выборе параметров сборных компонентов подвижного соединения эндопротеза тазобедренного сустава. Часть 2. Результаты исследований – Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2009. – №4. – С. 156-169. 4. Біда В.І., Пальчиков А.В. Технологічні аспекти безметалового протезування із застосуванням CAD/CAM-систем – з інтернет-журналу MedExpert http://medexpert.org.ua/modules/myarticles/article_storyid_473.html 5. Тонконогий В.М., Савельєва Е.В., Бец А.В. Информационные технологии проектирования в ортопедии - Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві – 2013 - вип. 1(2) – стор.182-188. 6. Пасічник В. А., Равська Н. С., Бесарабець Ю. Й. Інформаційні технології DELCAM у біоінженерії. Досвід застосування – Літопис травматології та ортопедії № 1-2 2014 – р. (29-30) – С. 215. 7. Інтегрована CAD/CAM система автоматизованого проектування операцій виготовлення штучного колінного суглоба людини : звіт про НДР (заключ.) НТУУ "КПІ"; кер. роб. Ю. Петраков. – К., 2012. – 174 л. + CD-ROM. - Д/б №2449-п. 8. Петраков Ю.В., Писаренко В.В. Розенберг О.О. Нова концепція проектування 3-D моделі ендопротезу суглобу людини – Вісник Житомирського державного технологічного університету №51, 2009.-С. 73-80. 9. Петраков Ю.В., Писаренко В.В. Оцінка точності виготовлення 3-D поверхні ендопротеза колінного суглоба людини – Вісник НТУУ «КПІ» №66, 2012, С. 11-16. 10. Корж А.А., Танькут В.А. Эндопротезирование тазобедренного сустава (актуальность и перспективы) – Ортопедия и травматология. 1995. 11. Савельєва О.В., Павлишко А.В. та ін. Застосування інформаційних технологій при проектуванні імплантатів тазостегнових суглобів – з інтернет-ресурсу. 12. Риберт Ю.О., Кирманов О. С. CAD/CAM-системи в тимчасовому діагностичному протезуванні пацієнтів із дисфункцією скронево-нижньощелепних суглобів (огляд літератури) – науково-практичний рецензований журнал Український стоматологічний альманах – 2013(4) – С. 92-96. 13. Петрухин А.В., Золотарев А.В. Автоматизация построения и анализа 3D моделей в задачах медицинской диагностики – Известия ВолгГТУ – 2011 №9(35) – С. 111-114. 14. Zhang R, Li L, Yu LN and other 3D Solid Model of Mandible with Dental Arch via LOM method – Shanghai kou Qiang yi xue = Shanghai Journal of Stomatology – 2000, №9(4) –PP. 240-242. 15. Aura Mihai, Catalin Dumitras and other Therapeutic Footwear Virtual Prototyping based on GAIT Analysis Data – Materials of AUTEX 2010 World Textile Conference – 2010. 16. Antunes P. J., Dias G. R. and other Non-linear Finite Element Modelling of Anatomically Detailed 3D Foot Model, – 2006 –

available on www.materialise.com/materialise/download/en/1541746/file. 17. Erdemir A., Saucerman J.J and other Local Plantar Pressure Relief in Therapeutic Footwear: Design Guidelines from Finite Element Models, – Journal of Biomechanics, – 2005 – No. 38, – PP. 1798–1806. 18. Методичні вказівки до практичної роботи "Система "POWERSHAPE". Поверхнєве моделювання" з курсів "Комп'ютерні технології у верстатобудуванні" та "Комп'ютерні технології в інструментальному виробництві" [Текст]: для студ. спец. 7.090203 "Металорізальні верстати та системи", 7.090204 "Інструментальне виробництво" усіх форм навчання / В. О. Залога, Р. М. Зінченко. – Суми: СумДУ, 2010. – 177 с. – 16-05. 19. Методичні вказівки до практичної роботи "Система POWERSHAPE. Інтерфейс системи" з курсу "Комп'ютерні технології у верстатобудуванні" та "Комп'ютерні технології в інструментальному виробництві" [Текст]: для студ. спец. 7.090203 «Металорізальні верстати та системи», 7.090204 "Інструментальне виробництво" усіх форм навчання / В. О. Залога, Р. М. Зінченко. – Суми: СумДУ, 2009. – 66 с. – 5-78. 20. Методичні вказівки до практичної роботи "Система POWERSHAPE. Основи 3D моделювання" з курсів "Комп'ютерні технології у верстатобудуванні" та "Комп'ютерні технології в інструментальному виробництві" [Текст]: для студ. спец. 7.090203 "Металорізальні верстати та системи", 7.090204 "Інструментальне виробництво" усіх форм навчання / В. О. Залога, Р. М. Зінченко. – Суми: СумДУ, 2009. – 130 с. – 10-90. 21. Методичні вказівки до практичної роботи "Система "POWERSHAPE". створення САПР за допомогою макросів" з курсів "Комп'ютерні технології у верстатобудуванні" та "Комп'ютерні технології в інструментальному виробництві" [Текст]: для студ. спец. 7.090203 "Металорізальні верстати та системи", 7.090204 "Інструментальне виробництво" усіх форм навчання / В. О. Залога, Р. М. Зінченко. – Суми: СумДУ, 2011. – 164 с. – 14-65.

Bibliography (transliterated): 1. Lazarev I.A., Kostogriz O.A., Skiban M.V. Matematichne modeljuvannja z viznachennjam napruzhenno-deformovanogo stanu v tibiofemoral'nij zoni v umovah defektu suglobovogo hrjashha – Kiïv, zhurnal «Travma». – 2013 (4). 2. Rozenberg O. A. , Zaloga V. A. i dr. O vybore parametrov sbornyh komponentov podvizhnogo soedinenija jendoproteza tazobedrennogo sustava. Chast' 1. Metodika issledovanij – Visnik Sums'kogo derzhavnogo universitetu. Serija Tehnichni nauki. – 2009. – №4. – S. 156-169. 3. Rozenberg O. A. , Zaloga V. A. i dr. O vybore parametrov sbornyh komponentov podvizhnogo soedinenija jendoproteza tazobedrennogo sustava. Chast' 2. Rezul'taty issledovanij – Visnik Sums'kogo derzhavnogo universitetu. Serija Tehnichni nauki. – 2009. – №4. – S. 156-169. 4. Bida V.I., Pal'chikov A.V. Tehnologichni aspekti bezmetalovogo protezuvannja iz zastosuvannjam SAD/CAM-sistem – z internet-zhurnalu MedExpert http://medexpert.org.ua/modules/myarticles/article_storyid_473.html 5. Tonkonogij V.M., Savel'eva E.V., Bec A.V. Informacionnye tehnologii proektirovanija v ortopedii - Informacijni tehnologii v osviti, nauci ta virobnictvi – 2013 - vip. 1(2) – stor.182-188. 6. Pasichnik V. A., Rav's'ka N. S., Besarabec' Ju. J. Informacijni tehnologii DELCAM u bioinzhenierii. Dosvid zastosuvannja – Litopis travmotologii ta ortopedii № 1-2 2014 – r. (29-30) – S. 215. 7. Integrovana CAD/CAM sistema avtomatizovanogo proektuvannja operacij vigotovlennja shtuchnogo kolinnogo sugloba ljudini : zvit pro NDR (zakljuch.) NTUU "KPI"; ker. rob. Ju. Petrakov. – K., 2012. – 174 l. + CD-ROM. - D/b №2449-p. 8. Petrakov Ju.V.,

Pisarenko V.V. Rozenberg O.O. Nova koncepcija proektuvannja 3-D modeli endoprotezu suglobu ljudini – Visnik Zhitomir'skogo derzhavnogo tehnologichnogo universitetu №51, 2009.-S. 73-80. 9. Petrakov Ju.V., Pisarenko V.V. Ocinka tochnosti vigotovlennja 3-D poverhni endoproteza kolinnogo sugloba ljudini – Visnik NTUU «KPI» №66, 2012, S. 11-16. 10. Korzh A.A., Tan'kut V.A. Jendoprotezirovanie tazobedrennogo sustava (aktual'nost' i perspektivy) – Ortopedija i travmatologija. 1995. 11. Savel'eva O.V., Pavlishko A.V. ta in. Zastosuvannja informacijnih tehnologij pri proektuvanni implantativ tazostegnovih suglobiv – z internet-resursu. 12. Ribert Ju.O., Kirmanov O. C. CAD/CAM-sistemi v timchasovomu diagnostichnomu protezuvanni pacientiv iz disfunkcieju skronevo-nizhn'oshhelepni suglobiv (ogljad literaturi) – naukovopraktichnij recenzovnij zhurnal Ukraïns'kij stomatologichnij al'manah – 2013(4) – S. 92-96. 13. Petruhin A.V., Zolotarev A.V. Avtomatizacija postroenija i analiza 3D modelej v zadachah medicinskoj diagnostiki – Izvestija VolgGTU – 2011 №9(35) – S. 111-114. 14. Zhang R, Li L, Yu LN and other 3D Solid Model of Mandible with Dental Arch via LOM method – Shanghai kou Qiang yi xue = Shanghai Journal of Stomatology – 2000, №9(4) –RR. 240-242. 15. Aura Mihai, Catalin Dumitras and other Therapeutic Footwear Virtual Prototyping based on GAIT Analysis Data – Materials of AUTEX 2010 World Textile Conference – 2010. 16. Antunes P. J., Dias G. R. and other Non-linear Finite Element Modelling of Anatomically Detailed 3D Foot Model, – 2006 – available on www.materialise.com/materialise/download/en/1541746/file. 17. Erdemir A., Saucerman J.J and other Local Plantar Pressure Relief in Therapeutic Footwear: Design Guidelines from Finite Element Models, – Journal of Biomechanics, – 2005 – No. 38, –PP. 1798–1806. 18. Metodichni vkazivki do praktichnoï roboti "Sistema "POWERSHAPE". Poverhneve modeljuvannja" z kursiv "Komp'juterni tehnologії u verstatobuduvanni" ta "Komp'juterni tehnologії v instrumental'nomu virobniçtvi" [Tekst] : dlja stud. spec. 7.090203 "Metalorizal'ni verstati ta sistemi", 7.090204 "Instrumental'ne virobniçtvo" usih form navchannja / V. O. Zaloga, R. M. Zinchenko. – Sumi : SumDU, 2010. – 177 s. – 16-05. 19. Metodichni vkazivki do praktichnoï roboti "Sistema POWERSHAPE. Interfejs sistemi" z kursu "Komp'juterni tehnologії u verstatobuduvanni" ta "Komp'juterni tehnologії v instrumental'nomu virobniçtvi" [Tekst] : dlja stud. spec. 7.090203 «Metalorizal'ni verstati ta sistemi», 7.090204 "Instrumental'ne virobniçtvo" usih form navchannja / V. O. Zaloga, R. M. Zinchenko. – Sumi : SumDU, 2009. – 66 s. – 5-78. 20. Metodichni vkazivki do praktichnoï roboti "Sistema POWERSHAPE. Osnovi 3D modeljuvannja" z kursiv "Komp'juterni tehnologії u verstatobuduvanni" ta "Komp'juterni tehnologії v instrumental'nomu virobniçtvi" [Tekst] : dlja stud. spec. 7.090203 "Metalorizal'ni verstati ta sistemi", 7.090204 "Instrumental'ne virobniçtvo" usih form navchannja / V. O. Zaloga, R. M. Zinchenko. – Sumi : SumDU, 2009. –130 s. – 10-90. 21. Metodichni vkazivki do praktichnoï roboti "Sistema "POWERSHAPE". stvorennja SAPR za dopomogoj makrosiv" z kursiv "Komp'juterni tehnologії u verstatobuduvanni" ta "Komp'juterni tehnologії v instrumental'nomu virobniçtvi" [Tekst] : dlja stud. spec. 7.090203 "Metalorizal'ni verstati ta sistemi", 7.090204 "Instrumental'ne virobniçtvo" usih form navchannja / V. O. Zaloga, R. M. Zinchenko. –Sumi : SumDU, 2011. – 164 s. –14-65.